

一般入試前期B日程

化学

必要であれば、原子量として次の値を使え。また、気体 1 mol は 27°C 、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ で 25 L の体積を占めるものとせよ。

H : 1.0, C : 12, N : 14, O : 16, Na : 23, S : 32

I

(配点 50)

次の文章を読み、(1) ~ (10) の問いに答えよ。気体はすべて理想気体としてふるまうものとせよ。数値での解答は、有効数字 2 桁で示せ。

容積が変化しない容器 A (内容積 6.0 L) と B (内容積 3.0 L) が、容積の無視できるコックで連結されている (図 1)。容器 A, B それぞれに気体を導入し、【実験 1】~【実験 3】を行った。

反応で生じる水はすべて液体として存在し、その体積および蒸気圧は無視できるものとする。また、二酸化炭素は水に溶解しないものとし、圧力はすべて 27°C での値とする。

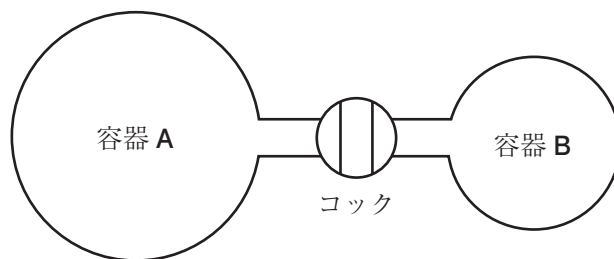


図 1

【実験 1】

容器 A に 1.5 g の水素，容器 B に 7.0 g の窒素を導入した。その後，コックを開けて十分長い時間 27°C に保った。

- (1) コックを開ける前の容器 A の圧力は，容器 B の圧力の何倍か。
- (2) コック開放後，容器内に含まれているすべての気体分子の数に対する，水素分子の割合は何%か。
- (3) コック開放後の全圧は何 Pa か。
- (4) コック開放後の水素の分圧は何 Pa か。
- (5) 混合気体の平均分子量はいくらか。

【実験 2】

容器 **A** に 15.0 g のエタン，容器 **B** に 72.0 g の酸素を導入し，コックを開いた後，エタンを完全燃焼させた。

- (6) エタンの燃焼を化学反応式で記せ。
- (7) 反応後の圧力は何 Pa か。

【実験 3】

容器 **A** に，メタンとプロパンを同じ物質質量で混合した気体，容器 **B** に酸素を導入した。コックを開き，すべての炭化水素を完全燃焼させた。このとき，44.8 g の酸素が消費され，618 kJ の発熱があった。プロパン 1 mol が完全燃焼して二酸化炭素と水（液）が生成する燃焼熱は，2200 kJ/mol とする。

- (8) プロパンの完全燃焼により消費された酸素は何 mol か。
- (9) 容器 **A** にはじめに含まれていたプロパンは何 g か。
- (10) メタンの燃焼熱は何 kJ/mol か。

II (配点 50)

次の硫黄に関する文章を読み、(1)～(7)の問いに答えよ。数値での解答は、有効数字2桁で示せ。

硫黄は、黄色固体として火山の噴気口などから産出されることが多い。i) 硫黄の単体には、3つの代表的な同素体が存在する。火山ガスには、腐卵臭を持ち有毒な気体である硫化水素が多く含まれる。実験室において、ii) 硫化水素は硫化鉄(II)と希塩酸から得られる。iii) 金属イオンを含む溶液に硫化水素を通じると硫化物沈殿を生じることが多い。

硫黄の代表的な化合物である硫酸は、肥料や薬品の製造などに広く用いられており、工業的には次のように製造される。まず、硫黄を燃焼させて二酸化硫黄へ酸化する。ついで酸化バナジウム(V)を用いた接触法により、二酸化硫黄を空气中的酸素と反応させて **ア** にする。その後、**ア** を濃硫酸に吸収させて発煙硫酸とし、これを希硫酸で薄めて濃硫酸とする。濃硫酸は密度の大きい液体で、iv) 特有の性質を持つ。

- (1) 下線部 i) に関して、常温で最も安定な同素体の名称を記せ。
- (2) 下線部 ii) で起こる反応を化学反応式で記せ。
- (3) 下線部 iii) に関して、次の水溶液に硫化水素を通じた。沈殿が生じる場合は沈殿の化学式を、沈殿が生じない場合は「なし」と記せ。
 - 1) 硝酸銀を含む弱塩基性水溶液
 - 2) 硝酸鉛(II)を含む酸性水溶液
 - 3) 硫酸カリウムを含む塩基性水溶液
 - 4) 硝酸亜鉛を含む酸性水溶液
- (4) **ア** にあてはまる化合物を化学式で記せ。
- (5) 接触法により、硫黄 64 kg から 98%硫酸が何 kg 得られるか。ただし、原料に用いる硫黄はすべて硫酸になるものとする。
- (6) 下線部 iv) に関して、ギ酸に濃硫酸を反応させると一酸化炭素が発生する。これは濃硫酸のどの性質に関するものか。最も適切なものを解答群 1 から選び、番号で記せ。

解答群 1

- ① 不揮発性 ② 脱水作用 ③ 酸化作用 ④ 強酸性

- (7) 亜硫酸ナトリウムと硫酸が反応すると気体が発生する。この反応を化学反応式で記せ。

Ⅲ

(配点 50)

有機化合物に関する(1)～(4)の問いに答えよ。問題文に記載している物質の性質は、断りがない限り、常温・常圧下におけるものである。数値での解答は、**有効数字2桁**で示せ。

(1) 次の(ア)～(オ)は、有機化合物の説明文である。該当する有機化合物の名称をそれぞれ記せ。

(ア) 無色の液体であり、工業的にはリン酸を触媒とし、エチレンに水を付加させてつくられる。

(イ) 無色の液体であり、刺激臭がある。工業的にはメタノールに一酸化炭素を付加してつくられる。

(ウ) 沸点が -25°C の気体であり、分子式 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ で表される。スプレー用噴射剤として利用されている。

(エ) 無色で粘性のある不揮発性の液体であり、分子式 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ で表される。自動車エンジンの冷却液(不凍液, クーラント)に使用される。

(オ) 無色の液体であり、水と任意の割合で混じる。工業的にはクメン法でフェノールと同時に生成するほか、プロペンを酸化してつくられる。

(2) アセトアルデヒドは、特有の刺激臭がある無色透明な液体である。

1) アセトアルデヒドに関する記述として正しいものを**解答群1**から選び、番号で記せ。

解答群1

- ① 酸化されるとギ酸になる。
- ② 空気中で熱した銅にメタノールの蒸気を接触させると生成する。
- ③ 工業的に、塩化パラジウム(Ⅱ)と塩化銅(Ⅱ)を触媒に用いて、エチレンを酸素と反応させることでつくられる。
- ④ 有機溶媒によく溶けるが、水には溶けにくい。

2) アセトアルデヒドは、アンモニア性硝酸銀水溶液と反応し、銀を析出する。銀が析出するのは、アセトアルデヒドのどのような性質に基づくものか。

- (3) メタノールは、無色透明で有毒な液体である。
- 3) メタノールに単体のナトリウムを加えると、気体が発生する。この反応を化学反応式で記せ。
- 4) 3) の反応において、メタノール 500 mL (密度 0.79 g/cm^3) に 9.2 g のナトリウムを加えたとき、発生する気体は 27°C , $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ において何 L か。
- 5) メタノールは少量の濃硫酸存在下でプロピオン酸 ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$) と反応する。この反応で生成する有機化合物を構造式で記せ。
- 6) メタノールはプロパンより分子量が小さいが、プロパンに比べて融点や沸点が高い。この理由を分子構造の観点から 25 字以上 35 字以内で記せ。
- (4) 2-ブタノールは、無色透明の液体である。2-ブタノールを二クロム酸カリウムの硫酸酸性水溶液で酸化したときに得られる生成物の性質として正しいものを解答群 2 から 1 つ選び、番号で記せ。

解答群 2

- | |
|--|
| <p>① フェーリング液と反応して、酸化銅(I)を生成する。</p> <p>② 不斉炭素原子を含み、鏡像異性体が存在する。</p> <p>③ シストランス異性体が存在する。</p> <p>④ ヨードホルム反応を呈する。</p> <p>⑤ 水にわずかに溶け、水溶液は酸性を示す。</p> |
|--|